

***Nichts ist stärker als eine Idee,
deren Zeit gekommen ist!***

[Quelle: Vermutlich nicht von Victor Hugo]

Vorprojekt

NETZ: Nährstoff- und **E**nergie-**T**echnik-**Z**entrum



Florian Rüsç | Dr. Hajo Nägele

Fachgruppe Umweltbiotechnologie

Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften

Die Idee

Regionale Nährstoffe und Energien nachhaltig einsetzen!

BFE-Forschungsprojekt:

VORPROJEKT NETZ: Nährstoff- und Energietechnik-Zentrum

- **Das Vorprojekt «NETZ» erarbeitet**
 - für die schweizerische Landwirtschaft **Strategien und Konzepte**
 - zur Erschliessung des brach liegenden, **nachhaltigen Energiepotenzials**
 - von Substraten landwirtschaftlicher Herkunft, insbesondere **Hofdünger**.
- **Die Grundidee basiert auf**
 - einer separaten und effizienten **Vergärung**
 - von **festen und flüssigen Substraten**
 - und beinhaltet eine **Separation von Vollgülle**.

Vorprojekt:



Gefördert durch:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE
Energieforschung

Projektteam:



Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften



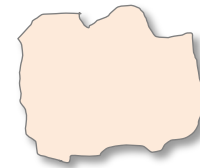
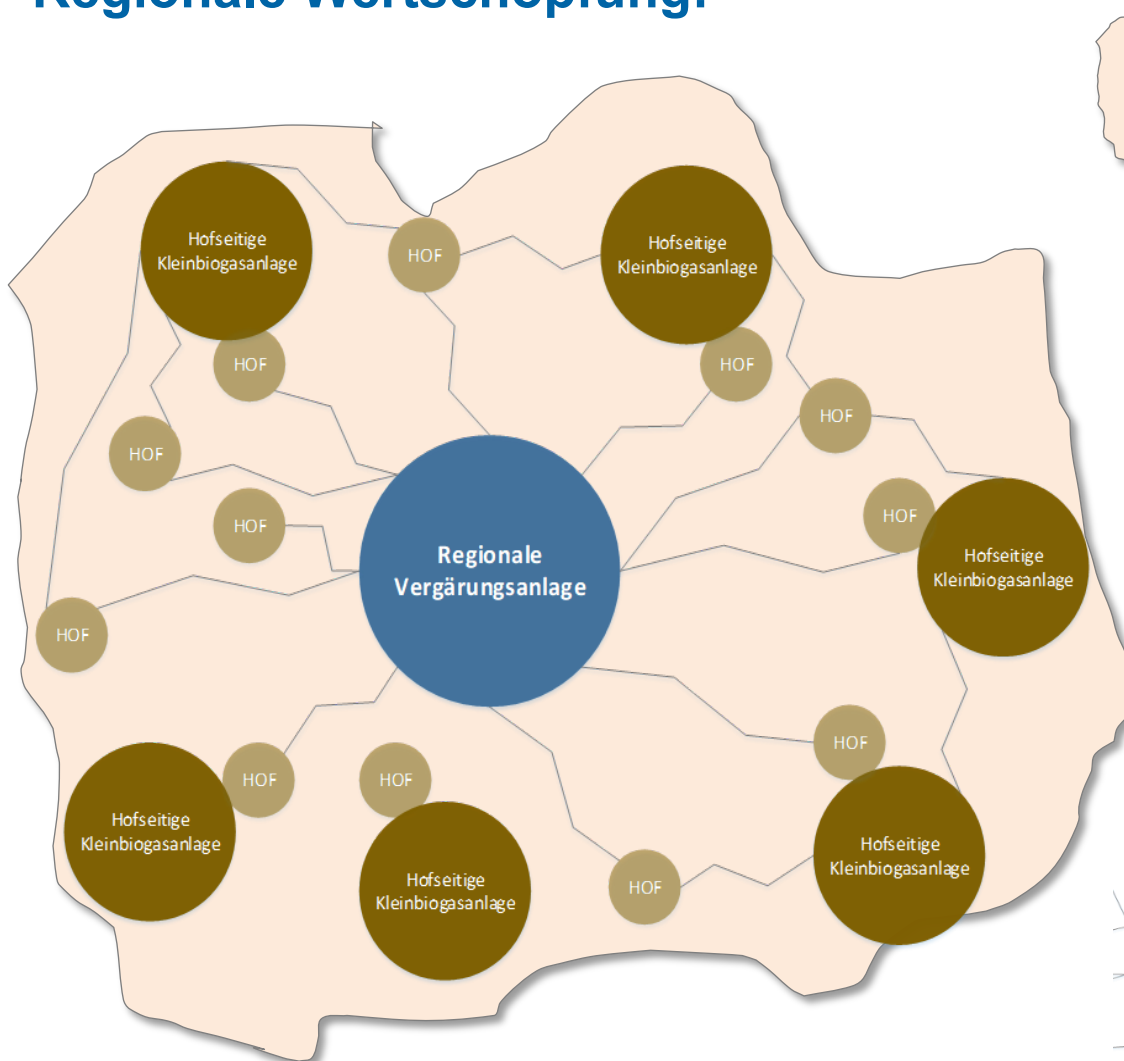
Zürich University
of Applied Sciences



Das NETZ-Konzept

ZIEL: Regionale Nutzung des Energiepotenzials in Reststoffen,
regionale Schliessung von Nährstoffkreisläufen:

Regionale Wertschöpfung!



Grössenordnungen

- 1 NETZ = 1 Region = 1 Ø-Gemeinde
- Ø 20 km² Fläche
- Ø 20 Landwirtschaftsbetriebe
- Ø 600 DGVE Hofdünger (Gülle & Mist)
- Ø 40 kW_{ch} landw. Reststoffe



Hofseitige Biogasanlage

- Flüssigvergärung
- Ø 300 DGVE Dünngülle
- Energie-Eigenbedarf



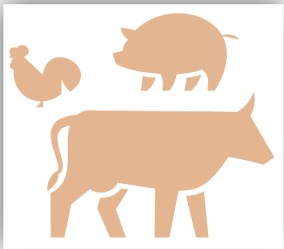
Regionale Vergärungsanlage

- Feststoffvergärung
- Ø 300 DGVE Mist
- Ø 40 kW_{ch} landw. Reststoffe
- Einspeisung in Energienetze

Das NETZ-Konzept

ZIEL: Nutzung des landwirtschaftlichen Biomassepotenzials
ohne zwingende Teilnahme am Abfallmarkt (Co-Substrate):

Erneuerbare Energieproduktion aus organischen Reststoffen!



- ❖ **Hofdünger flüssig (Gülle, Dünngülle)**
als einziges Substrat für die hofseitige Biogasanlage



- ❖ **Hofdünger fest (Mist, Separatormist)**
als Grundsubstrat für die regionale Vergärungsanlage



- ❖ **Nebenprodukte aus dem landwirtschaftlichen Pflanzenbau**
als Substrat für die regionale Vergärungsanlage



- ❖ **Organische Abfallstoffe**
als Co-Substrat für die regionale Vergärungsanlage,
nur falls regional erhältlich

Das NETZ-Konzept

STRATEGIE: Separation von Vollgülle

Einfache und effiziente Verarbeitung zu Biogas!



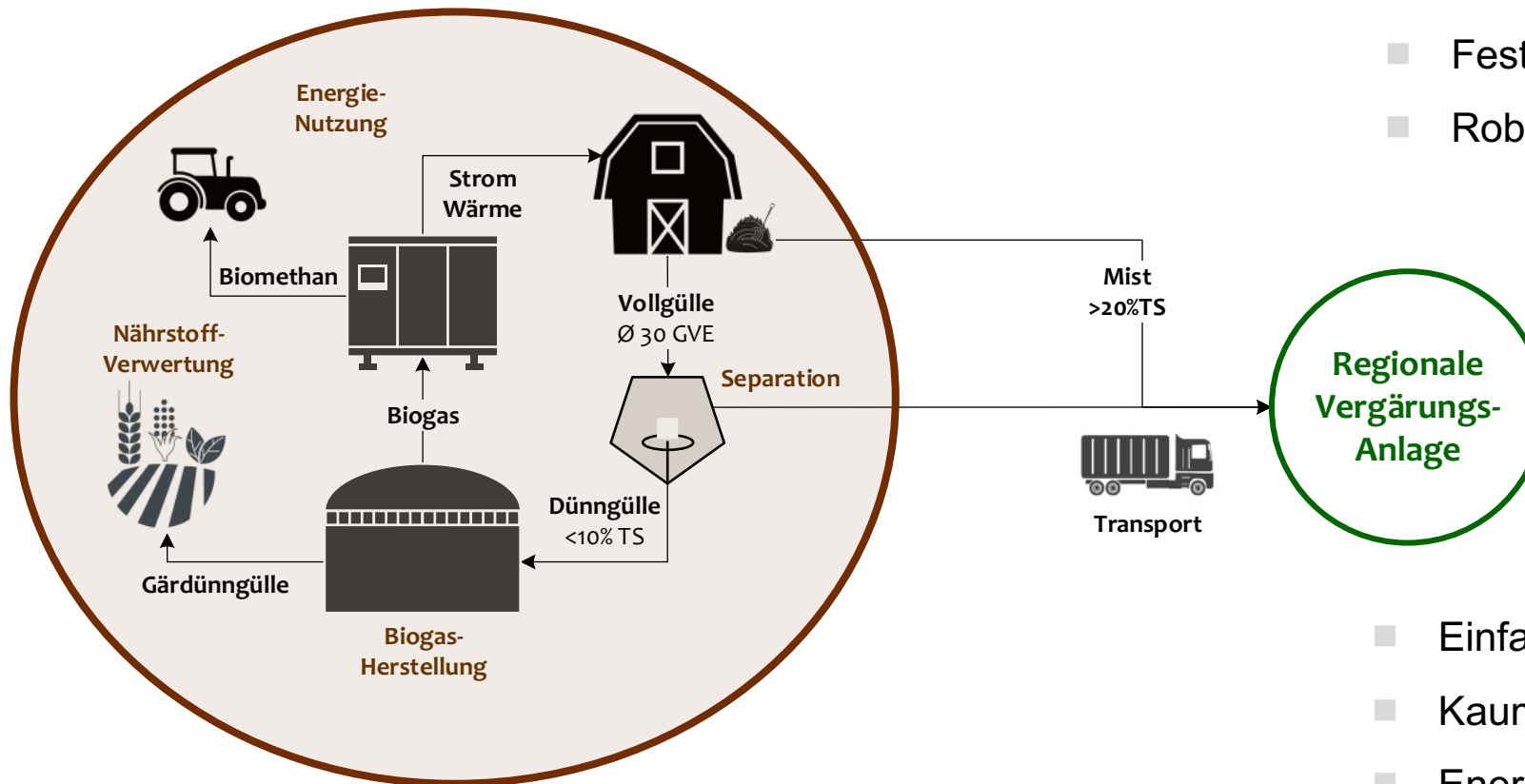
Das NETZ-Konzept

STRATEGIE: Sinnvolle und zielgerichtete

Kombination von Systemkomponenten & Verfahrensketten:

Nährstoff- und Energie-Kreisläufe im Vordergrund!

Hofseitige Biogasanlage



■ Hofseitige Biogasanlage

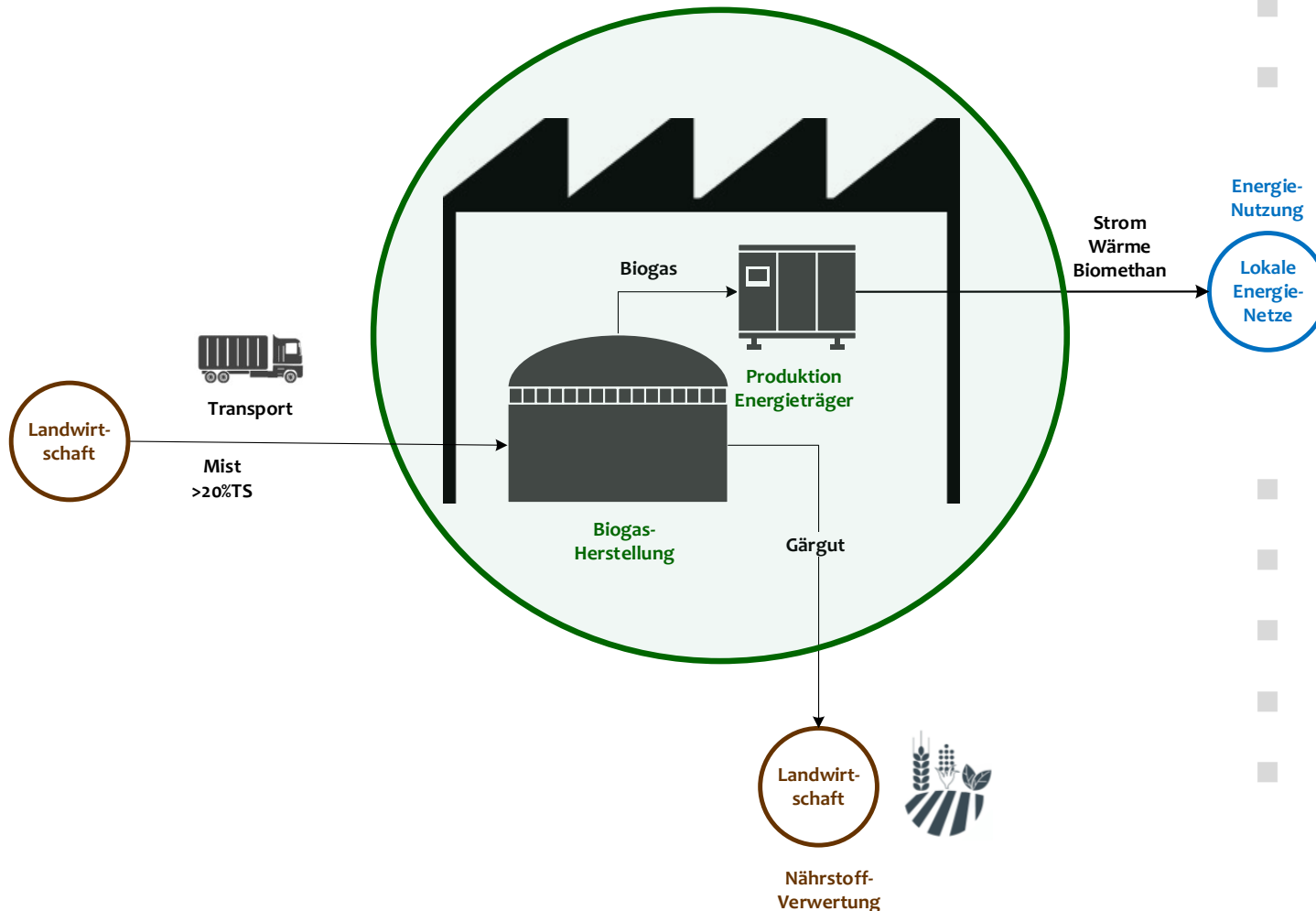
- Fest-Flüssig-Separation
- Robuste Flüssigvergärung

- Einfache Düngerausbringung
- Kaum Gülletransport
- Energie-Autarkie

Das NETZ

KONZEPT: Eine sinnvolle und effiziente Kombination von Systemkomponenten & Verfahrensketten

Regionale Vergärungsanlage



■ Regionale Vergärungsanlage

- Effiziente Feststoffvergärung
- Möglichkeit der Abfallbehandlung



Energie-
Nutzung



Lokale
Energie-
Netze



- Bedarfsgerechte Energieproduktion
- Einspeisung in lokale Energienetze
- Wahl des Energieträgers
- Flexibles Nährstoffmanagement
- Innovative Vor- & Nachbehandlungstechnologien

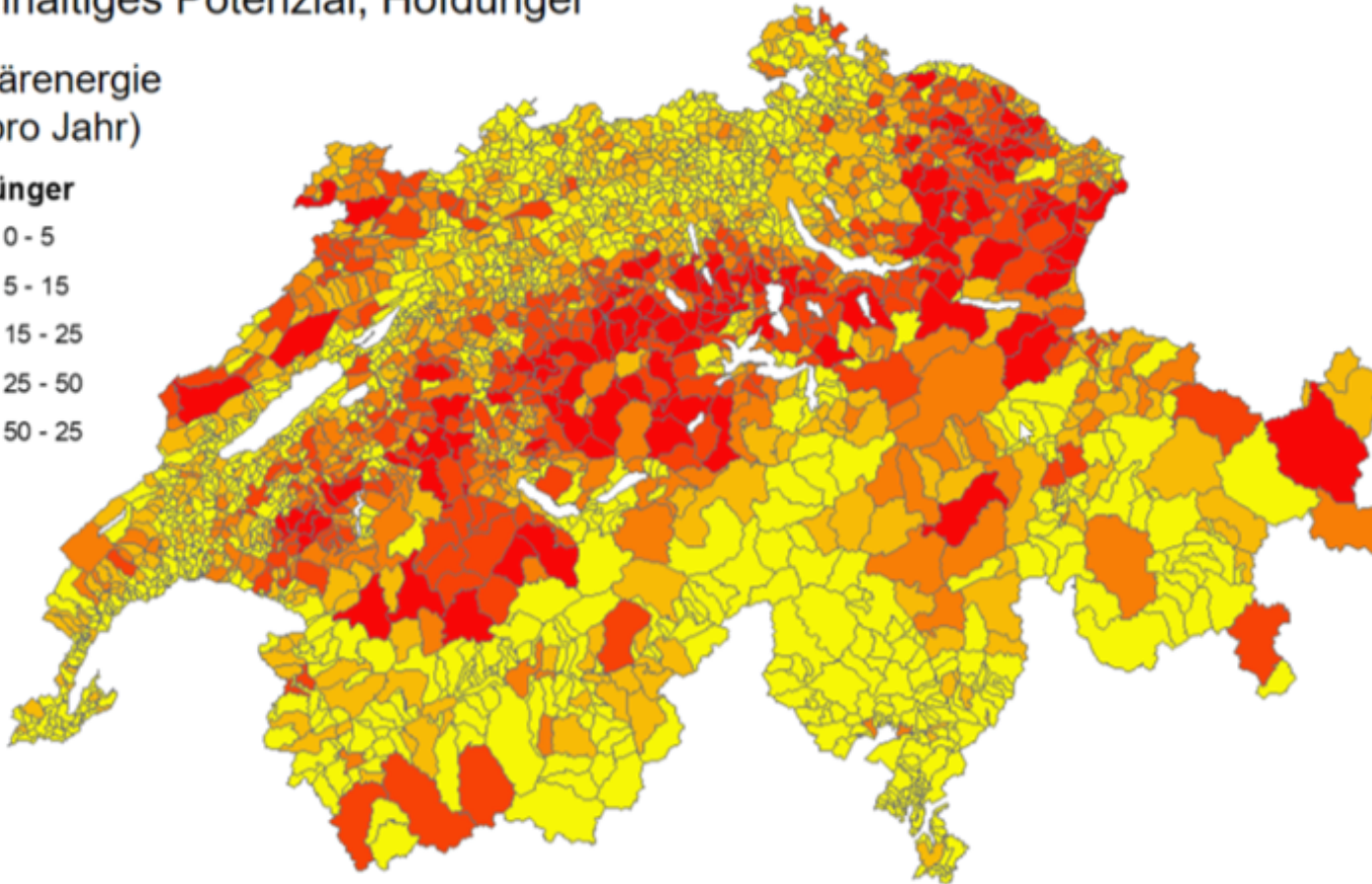
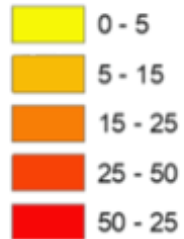
Das NETZ

ZIEL: Flächendeckende Potenzialerschliessung erneuerbarer Energieproduktion aus Hofdüngern & landwirtschaftlichen Reststoffen

Nachhaltiges Potenzial, Hofdünger

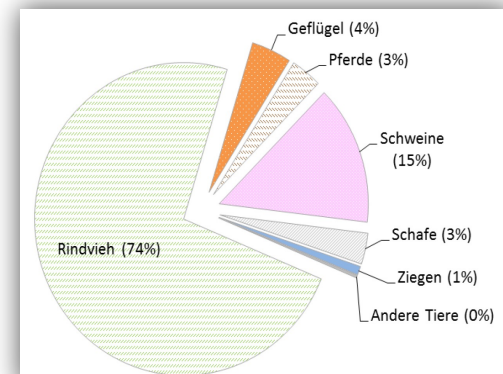
Primärenergie
(TJ pro Jahr)

Hofdünger



Flächendeckend?

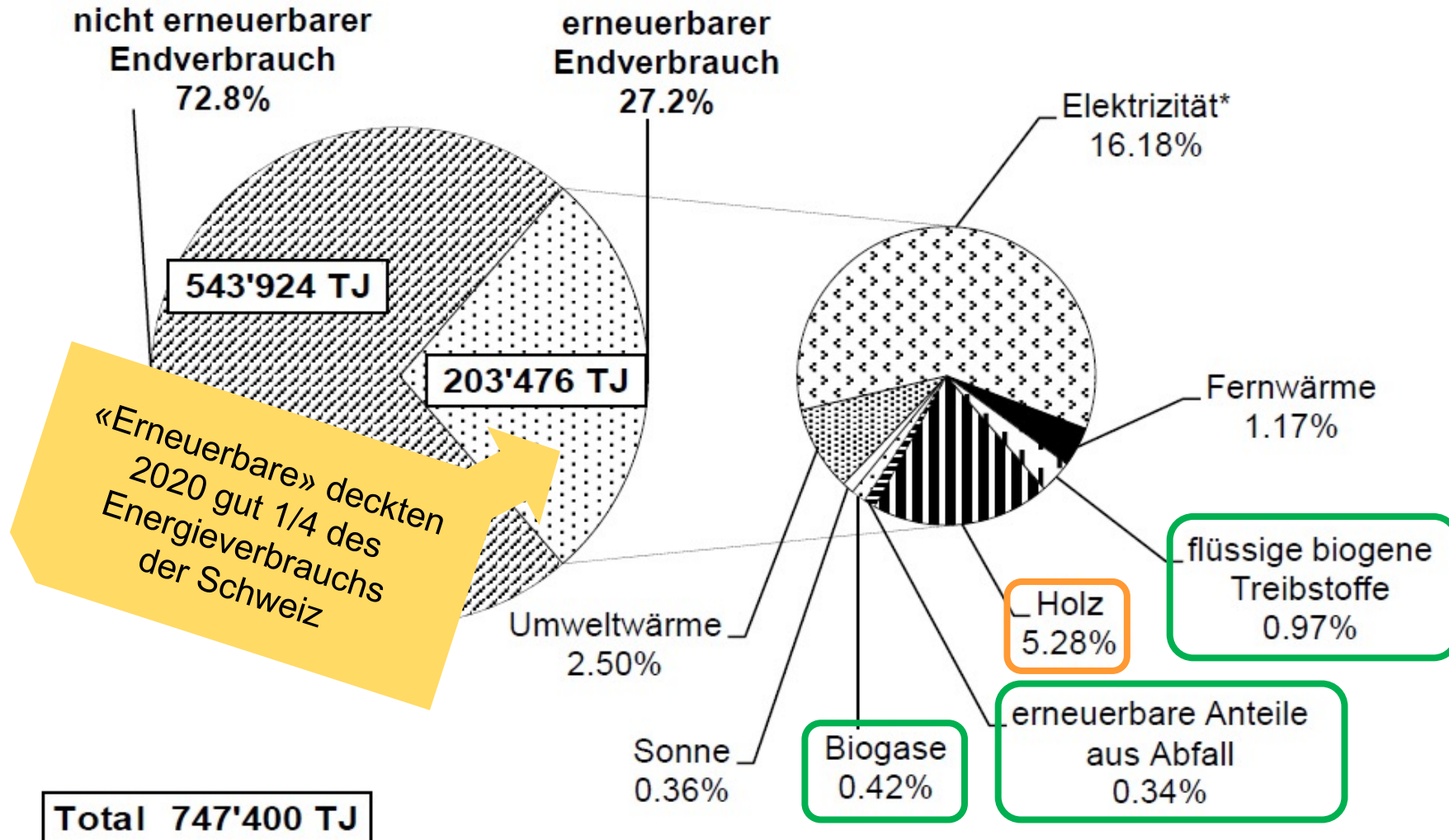
60%* des in der Schweiz verfügbaren Hofdüngers könnte mittels NETZ zur Biomethanproduktion genutzt werden!



KEIN Projektziel: «Energieproblem CH lösen»

Erneuerbare Energien aus Biomasse können die Welt nicht retten!

* gesamter erneuerbarer Stromverbrauch

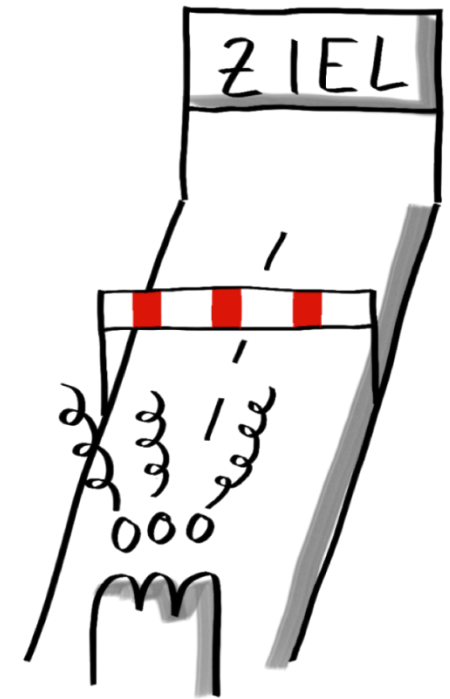
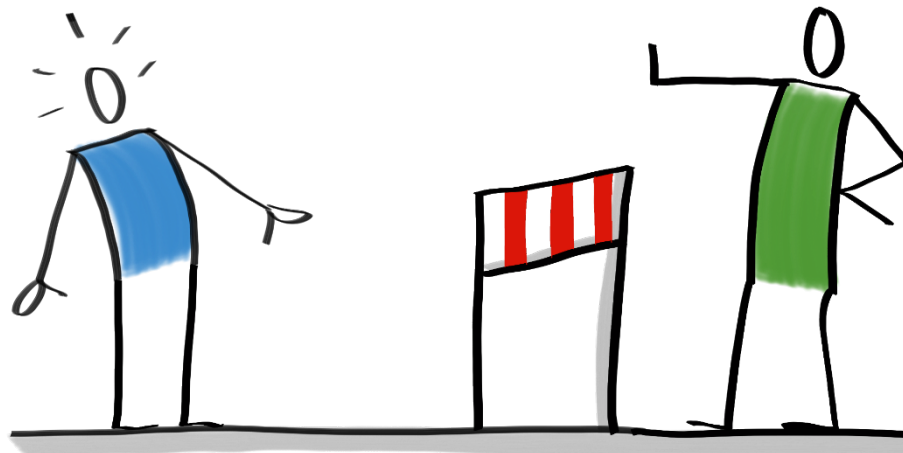


Schweizerische Statistik Erneuerbarer Energien. 2021, www.bfe.admin.ch

Die Hürden

UMSETZUNG: Warum wird das Potenzial landwirtschaftlicher Reststoffe derzeit bei weitem nicht ausgeschöpft?

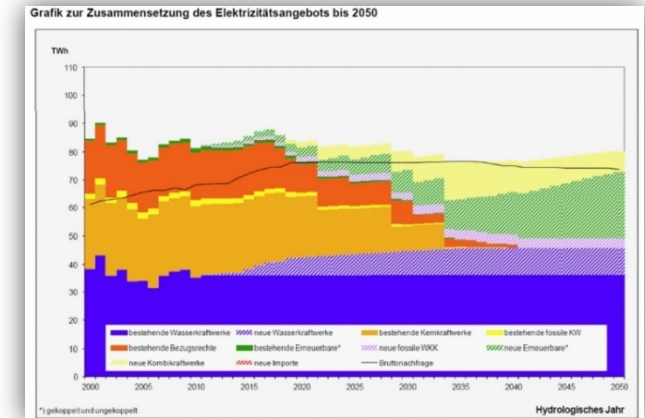
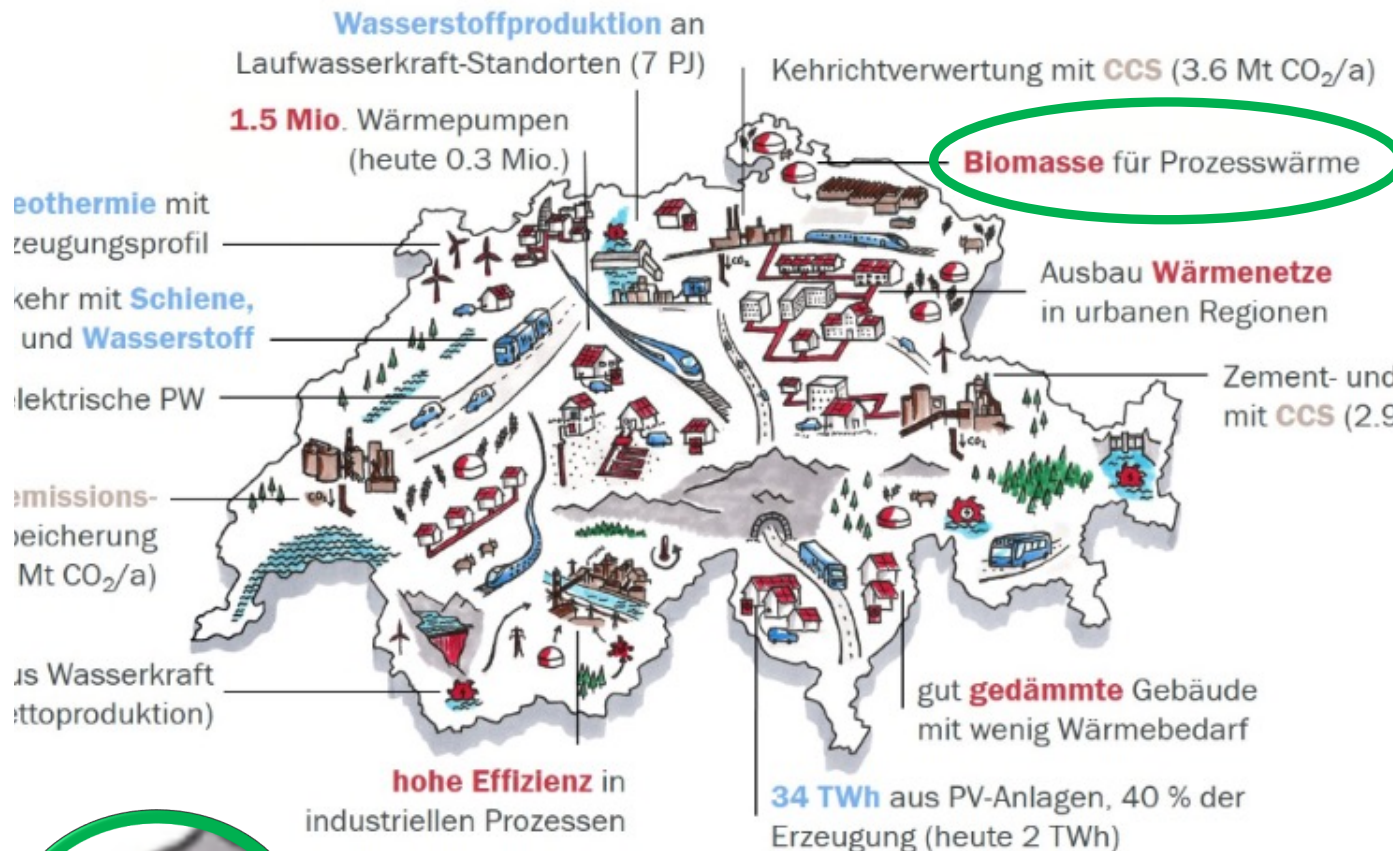
- **Geringe Energiedichte** im flüssigen Hofdünger
- Geringe mengenbezogene Effizienz **von Kleinanlagen**
- Schweizer Kleinanlagen **teuer in der Herstellung**
- spezifische **Energieproduktionskosten hoch**
- **KEV-Abhängigkeit** (kostendeckende Einspeisevergütung)
- **Umstellung Gülle- und Düngemanagement** notwendig



Die Treiber

UMSETZUNG: Wo liegen die Motivatoren einer Umsetzung?

Beim Bund: Energiestrategie 2050+



Energiestrategie 2050:
4TWh → 20 TWh Elektrizität

- blau: bestehende Wasserkraft (erneuerbar)
- orange: bestehende Atomkraft (fossil)
- rot: bestehende Bezugsrechte
- grün: bestehende Erneuerbare (ohne H₂O)
- hellgrün: neue Erneuerbare (Photovoltaik, Wind, Biomasse)



LANDWIRTSCHAFTLICHE BIOMASSE FÜR PROZESSWÄRME?

Die Treiber

Beim Bund: Energiestrategie 2050+



Biogas (Bruttoenergie)

1'760 TJ (100%)

Elektrizitätsproduktion

630 TJ (36%)

genutzte Wärme

180 TJ (10%)

eigenverbrauch Wärme

~180 TJ (10%)

nicht nutzbare Wärme

~180 TJ (10%)

Nicht genutzte Wärme?

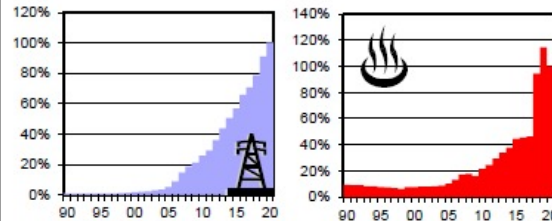
$(100-36-10-10-10) \% = 34\%$

LANDWIRTSCHAFTLICHE BIOMASSE FÜR PROZESSWÄRME?

Biogasanlagen Landwirtschaft (4.5)

In Landwirtschaftsbetrieben wird aus Gülle und Mist in Fermentern Biogas erzeugt. Bei einigen Betrieben werden vermehrt gewerbliche Speisereste und Grünabfälle als sogenannte Ko-Substrate mitvergärt. Es wird davon ausgegangen, dass die Anlagen in erster Linie aus energetischen Gründen und erst in zweiter Linie zur Verbesserung der Düngerqualität realisiert werden. Darum wird die Wärme, welche zur Fermenterbeheizung benötigt wird, nicht als Nutzwärme ausgewiesen.

Die Zahl der Anlagen hat in den neunziger Jahren nach einem ersten Boom abgenommen. Grössere Neuanlagen haben aber seit 2005 wieder zu einer starken Zunahme geführt.



Biogasanlage Düdingen (FR)

© www.zhaw.ch

B - Bruttoenergie	2019	2020	Veränd.
Biogas (B)	1'647.2	1'798.3 TJ	
genutzte Wärme ⇒	208.3	181.6 TJ	-12.8%
Elektrizitätsprod. ⇒	576.0	632.8 TJ	+9.9%
Einspeis. Gasnetz ⇒	35.7	36.8 TJ	+3.2%
Anzahl Anlagen	112	119	+6.3%

Hinweis: Seit 2018 wird die genutzte Wärme vermehrt gemäss vorliegenden Messdaten der Anlagenbetreiber erfasst. Dies ist die Hauptursache für die grosse Zunahme der genutzten Wärme ab 2018.

Schweizerische Statistik Erneuerbarer Energien, 2021, www.bfe.admin.ch

Die Treiber

UMSETZUNG: Wo liegen die Motivatoren einer Umsetzung?

Die Treiber

UMSETZUNG: Wo liegen die Motivatoren einer Umsetzung?

Bei den Gemeinden:

- Bedarfsgerechte Nutzung der bestehenden Strukturen von **lokalen Energienetzen**
- Erreichung umweltbezogener Ziele durch **Substitution fossiler Energieträger**
- Sicherung und **Ausbau von Arbeitsplätzen** in der Region
- Schliessung von regionalen **Nährstoffkreisläufen**
- Festigung des **sozialen Bezugsrahmens** der Gemeinde mit seinen Einwohnern
- **Erhöhung des Eigenversorgungsgrades** der Gemeinde

10 % der Schweizer Gemeinden sind beteiligt an einer Energie-Region.

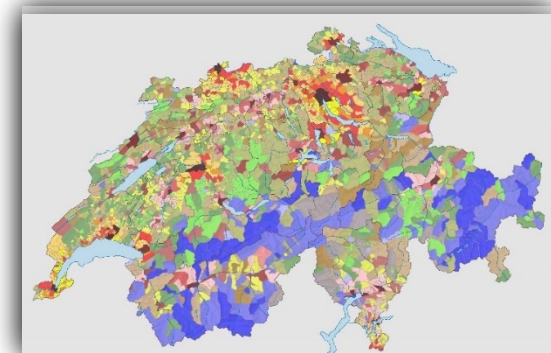


60 % der Schweizer Bevölkerung leben in einer Energiestadt.



Knotenpunkt für NETZ:

Gemeinde in der Schweiz



Die Treiber

UMSETZUNG: Wo liegen die Motivatoren einer Umsetzung?

In der Landwirtschaft

- **Diversifizierung** der Betriebe
- Reduktion von **Emissionen** von Treibhausgasen und Luftschadstoffen
- Schliessung von betriebsinternen und regionalen **Nährstoffkreisläufen**
- Erhöhung der **Relevanz der Landwirtschaft** gegenüber der Gemeinde
- Schutz von **Umwelt und Klima**
- **Substitution fossiler Energie**
- Erhöhung des **Eigenversorgungsgrades** des landwirtschaftlichen Betriebs.



Die Grundlage für ein NETZ

Das Schweizer Potenzial ist greifbar: aber wie!?



Grundkonzept: Themenschwerpunkte

Welche Hauptthemen werden im Vorprojekt NETZ und bei der Beurteilung von Regionen berücksichtigt?



**Nährstoff-
management**



Potenzial



Ökologie



**Politische
Situation**



**Soziale Strukturen
und Netzwerke**



**Rechtliche
Situation**



**Technologie
& Technik**



**Wirtschaft
lichkeit**



Dimensionierung

Ausgelesene Resultate des Vorprojekts ...

POTENZIAL: Gesamtpotenzial Schweiz



Gesamtpotenzial CH

Das zusätzlich
nutzbare, nachhaltige
Potenzial aus
Hofdüngern ist mit rund
25 PJ/a (7 TWh/a) von
allen Biomassen
deutlich das grösste!

Bereits genutztes Potenzial?

Maximal ca. 3-4%* des
Hofdünger-Potenzials
wird heute genutzt!

* eigene Abschätzung

Primärenergie (PJ pro Jahr)

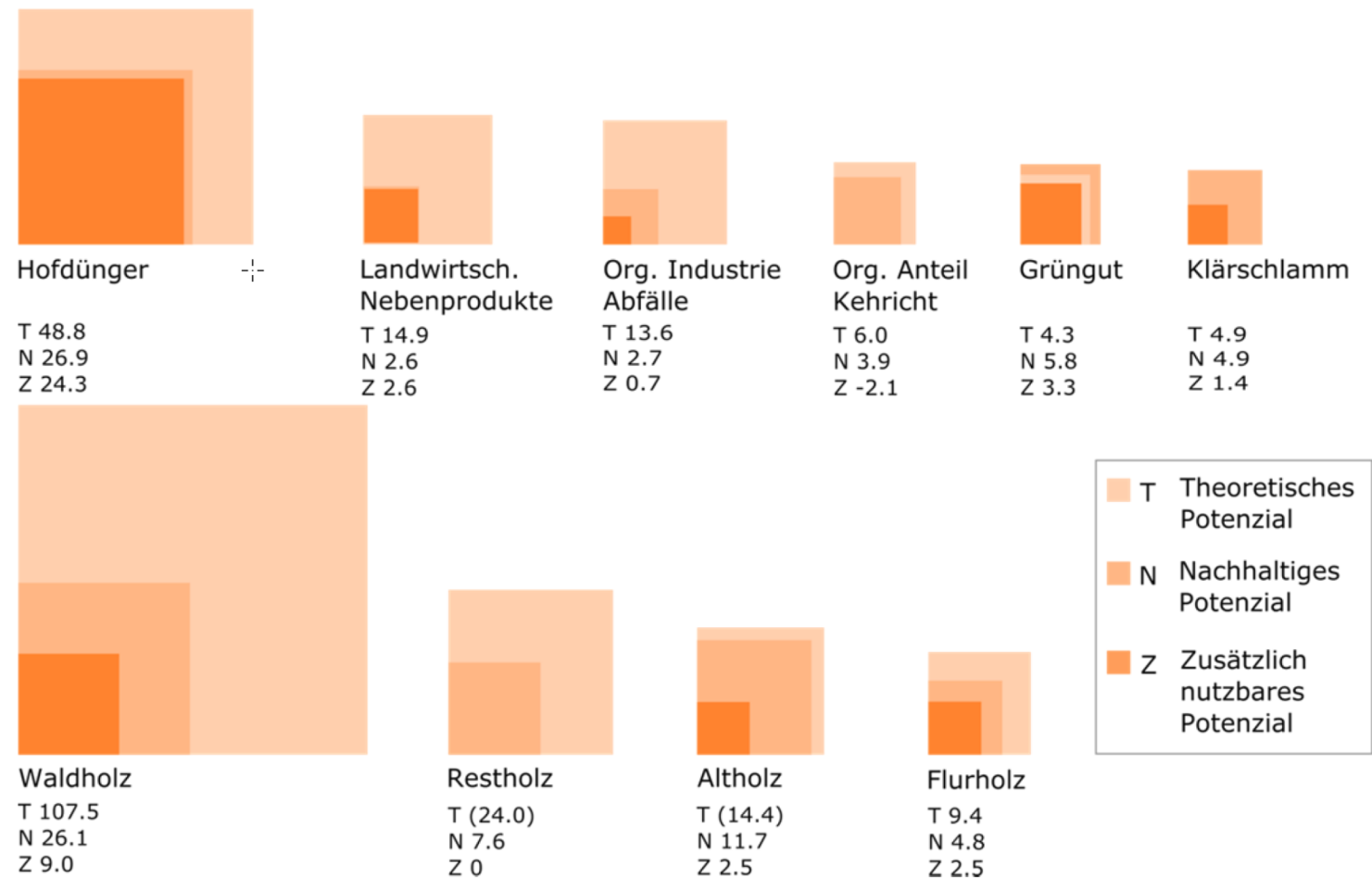


Abbildung 3: Primärenergiepotenziale aller 10 Biomassen in Petajoule (PJ) pro Jahr.

Ausgelesene Resultate des Vorprojekts ...

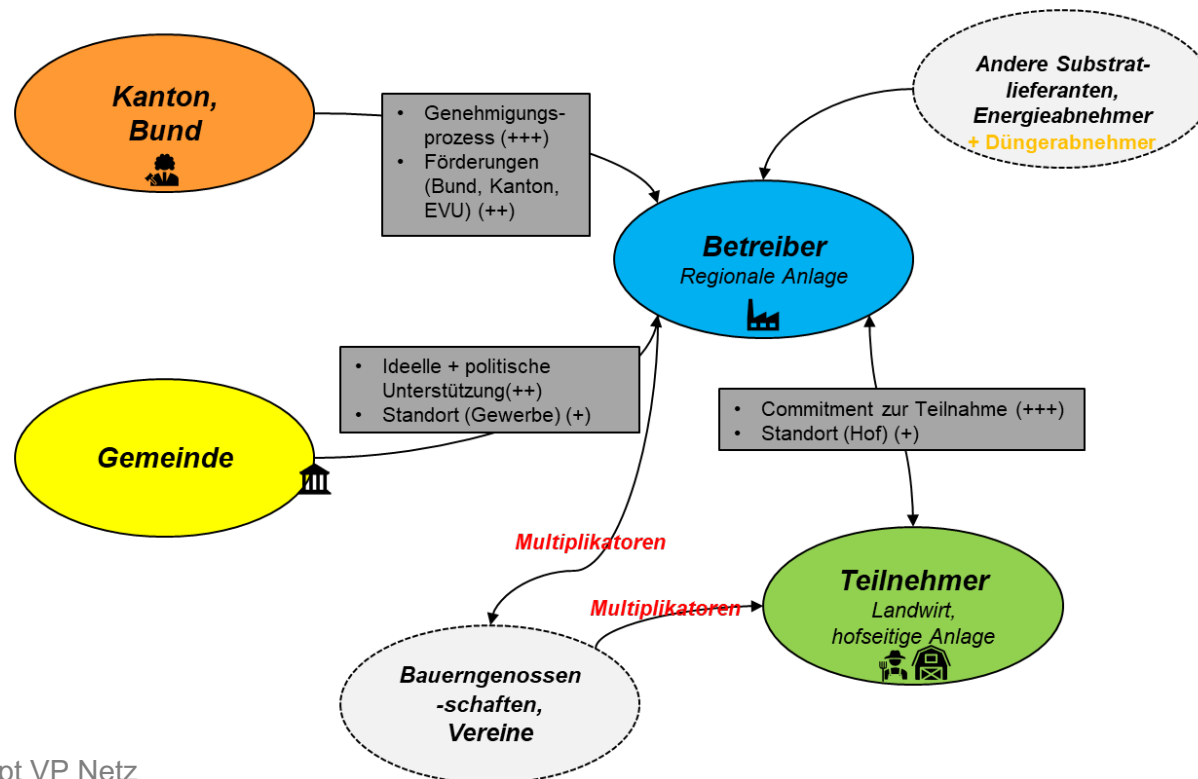


SOZIALE STRUKTUREN & NETZWERKE

Neben rein rationalen Fakten können auch folgende Faktoren eine erfolgreiche Umsetzung behindern oder fördern:

- Bereitschaft, Dinge zu verändern und neue Situationen zu schaffen,
- Akzeptanz gegenüber dem neuen Konzept bzw. den zugrundeliegenden Technologien
- Kooperationsbereitschaft von Schlüsselakteuren

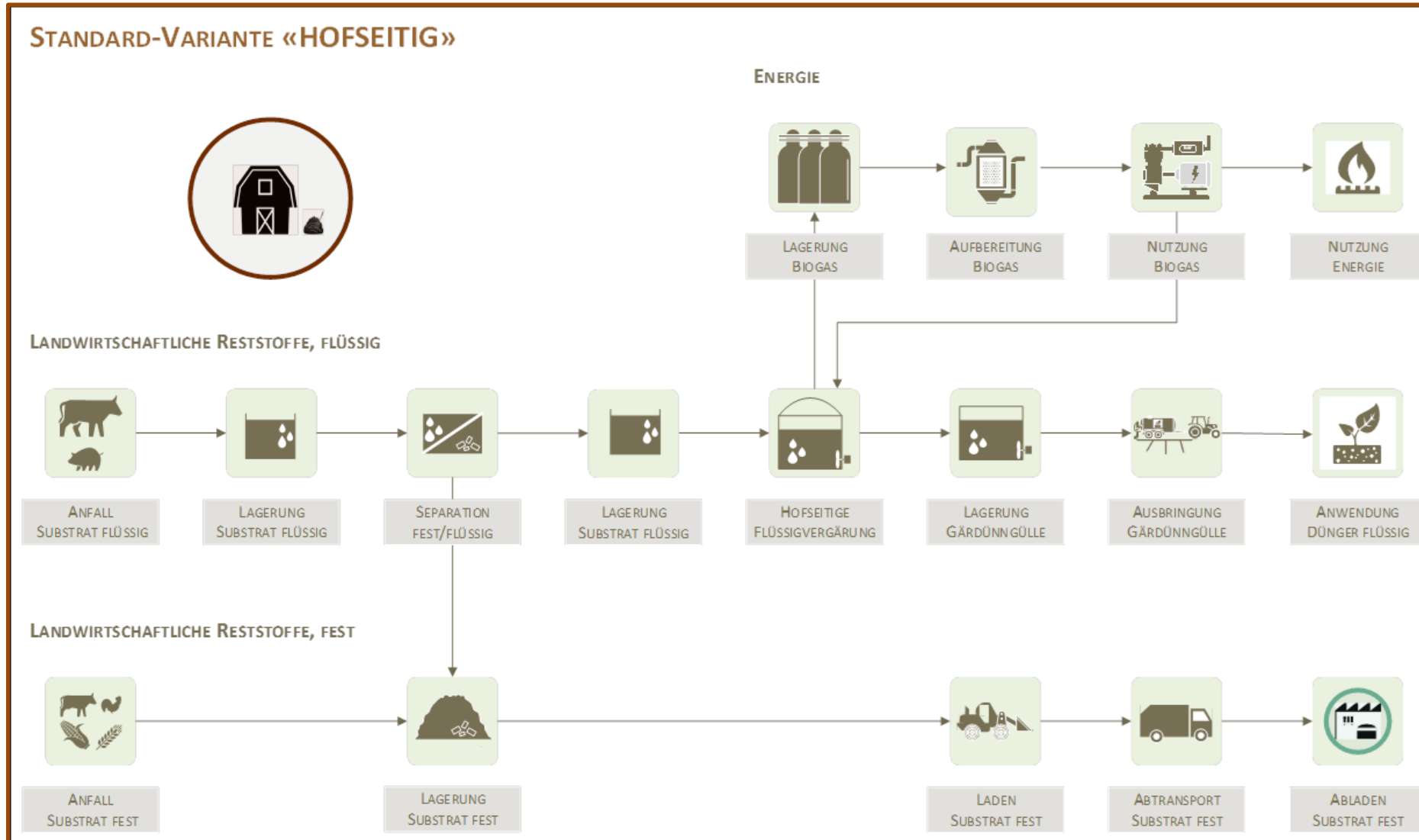
Zwischenbeziehungen der Schlüsselakteure, paralleler Entscheidungsprozess



Ausgelesene Resultate des Vorprojekts ...



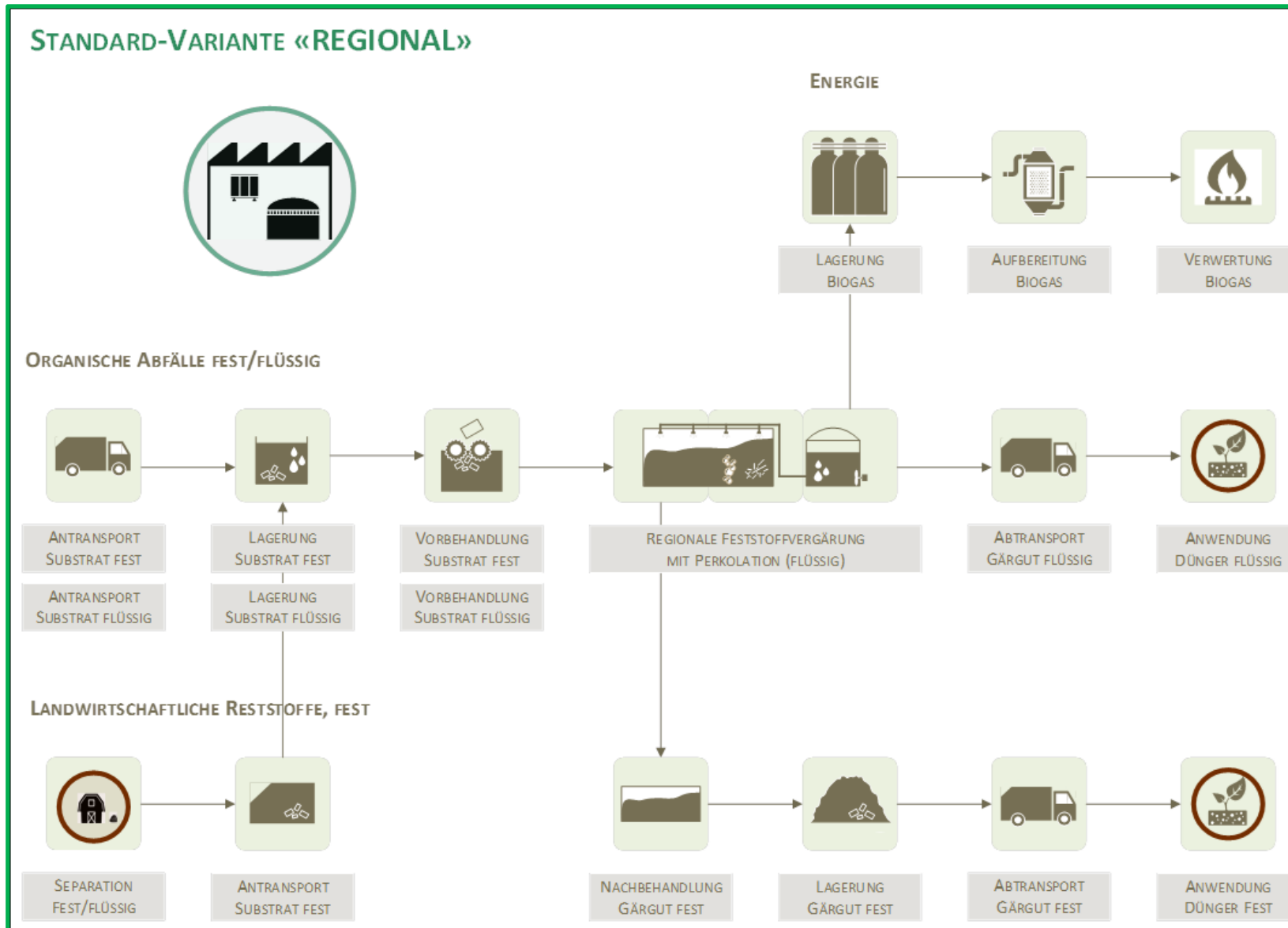
TECHNOLOGIE: Standardvariante «hofseitig»



Ausgelesene Resultate des Vorprojekts ...



TECHNOLOGIE: Standardvariante «regional»



Ausgelesene Resultate des Vorprojekts ...

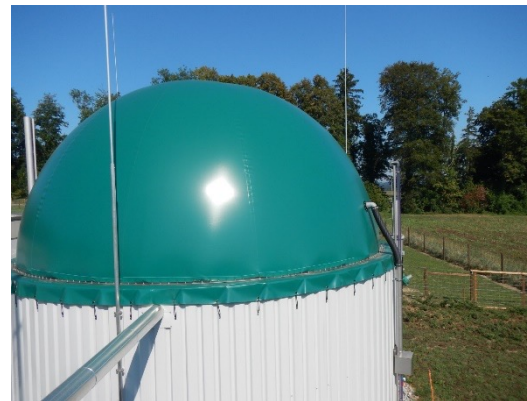


TECHNOLOGIE: Einzelne Komponenten

- Technische Lösungen einzelner NETZ-Bestandteile sind vorhanden.
- Vergärungstechnologien auf dem Stand der Technik sind in der CH verfügbar.

Hofseitige Flüssigvergärung

Mobile und stationäre Gülleseparation



Regionale Feststoffvergärung



Ausgelesene Resultate des Vorprojekts ...



Zürich University
of Applied Sciences



Life Sciences and
Facility Management

Institute of
Chemistry and Biotechnology

DIMENSIONIERUNG: Energie- & Nährstoff-Flüsse

- Umfangreiches Berechnungstool
 - Potenzial-Daten von zwei Regionen
-
- Gesamtes Biogas-Potenzial aller Landwirtschaftsbetriebe der Regionen Waldkirch und Valendas/Safiental
 - Separationsschritt (Fest-Flüssig-Trennung)
 - Biogas-Potenzial der flüssigen Fraktion (hofseitige Biogasanlagen)
 - das Biogas-Potenzial der festen Fraktion (regionale Vergärungsanlage)

Ausgelesene Resultate des Vorprojekts ...

DIMENSIONIERUNG: Energie- & Nährstoff-Flüsse



$$\text{FM [t]} * \text{TS [\%]} = \text{TS [t]}$$

Formel 1: Trockensubstanz Input

$$\text{TS [t]} * \text{oTS [\%]} = \text{oTS [t]}$$

Formel 2: organische Trockensubstanz Input

$$\text{oTS [t]} * \text{Biogasertrag [m}^3 \text{ STP t}^{-1} \text{ oTS}^{-1}] = \text{Biogasertrag [m}^3]$$

Formel 3: Biogasertrag [m³]

$$\text{Biogasertrag [m}^3] * \text{Abbaugrad [\%]} = \text{Biogasertrag neu [m}^3]$$

Formel 4: Biogasertrag neu

$$\text{Biogasertrag neu [m}^3] * \text{Dichte Biogas [t/m}^3] = \text{Biogasertrag [t]}$$

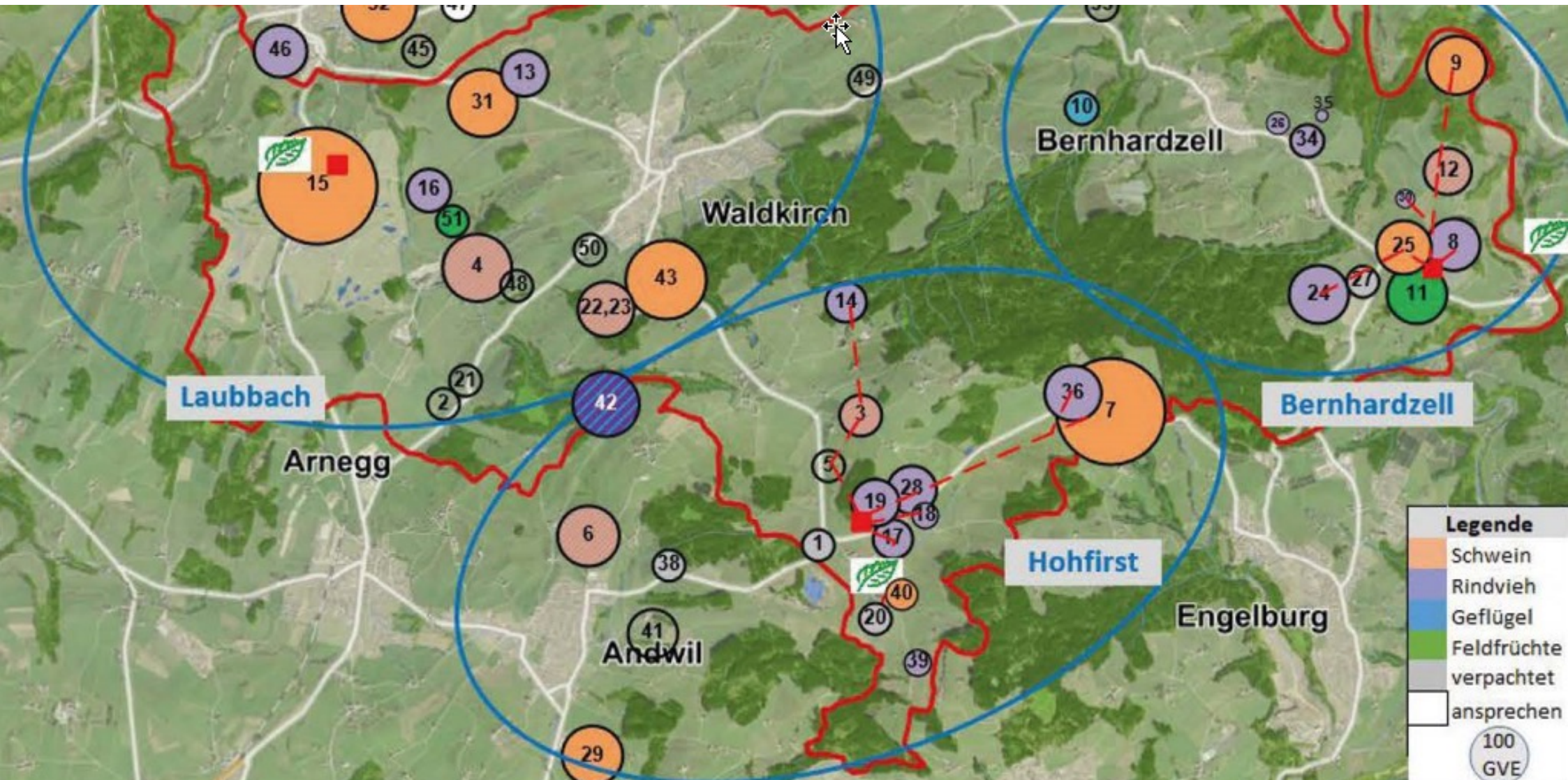
Formel 5: Biogasertrag [t]

$$\text{Biogasertrag neu [m}^3] * \text{Methangehalt [\%]} = \text{Methanertrag [m}^3]$$

Formel 6: Methanertrag Input

Ausgelesene Resultate des Vorprojekts ...

Region Waldkirch: mehrere Gemeinden

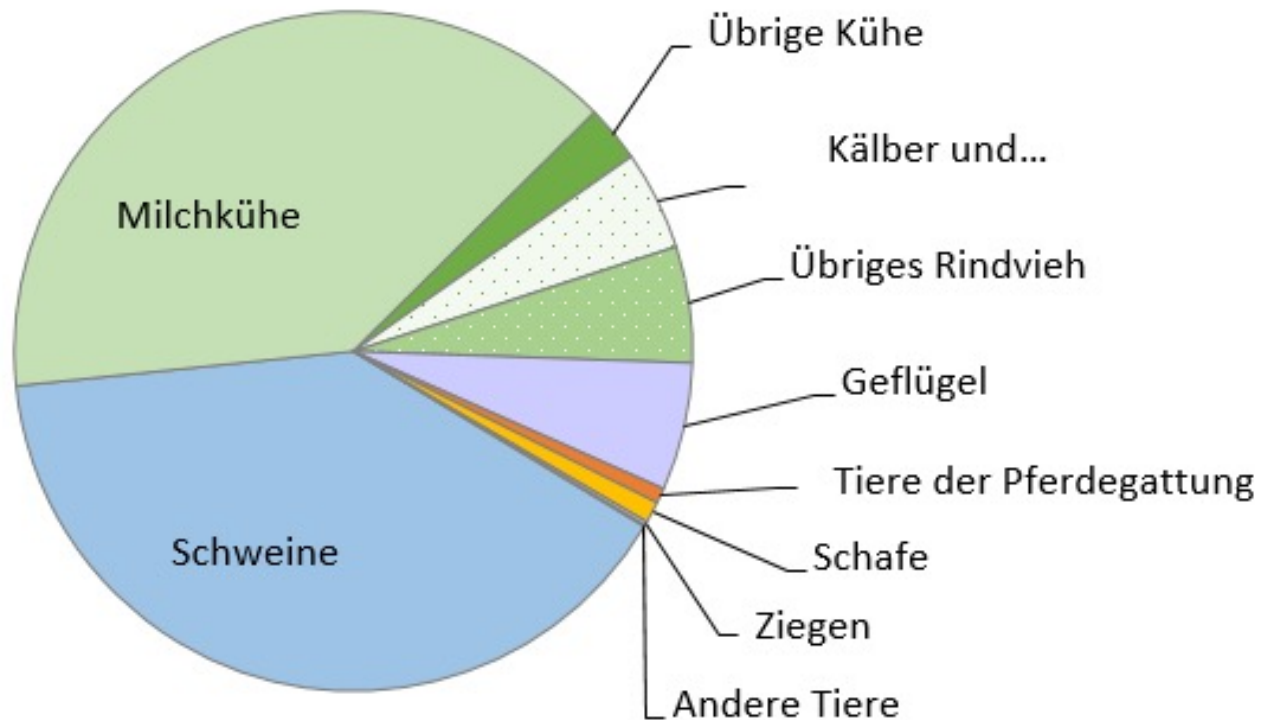


Ausgelesene Resultate des Vorprojekts ...

Region Waldkirch

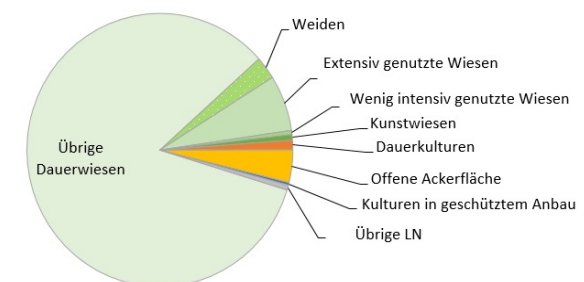


Hofdünger (Mist & Gülle)



37'000 GJ → 1'200 kW

Landwirtschaftliche Reststoffe aus Pflanzenbau (Ernterückstände)



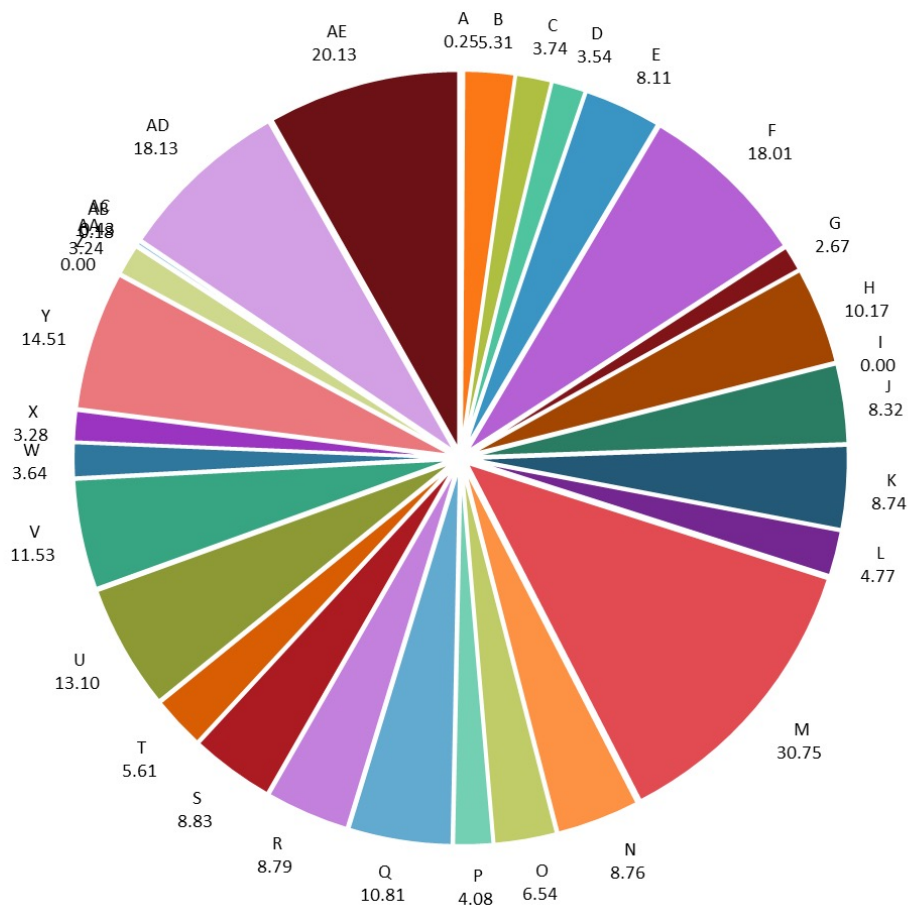
50 GJ → 1.6 kW

Ausgelesene Resultate des Vorprojekts ...

30 Betriebe in der Region Waldkirch

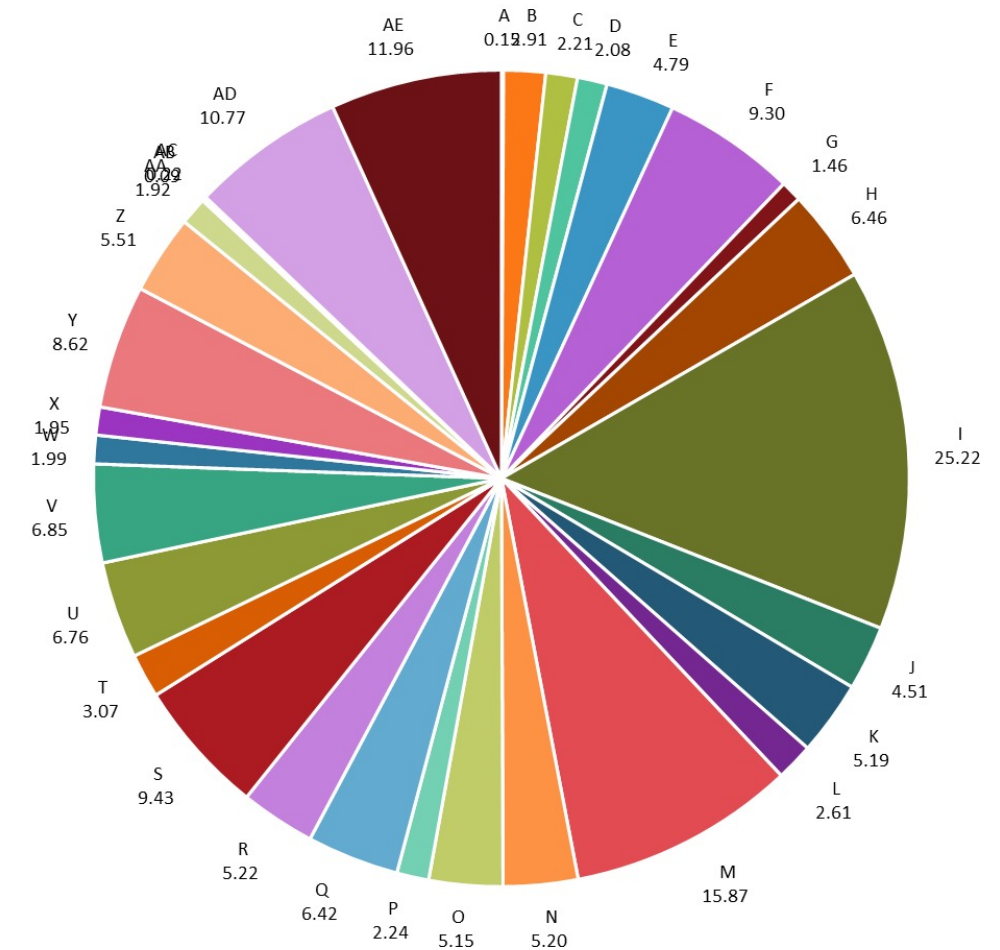


Leistung flüssiger Anteil Biogas nach Hof [kW]



246 kW_{ch} (0-31 kW_{ch})

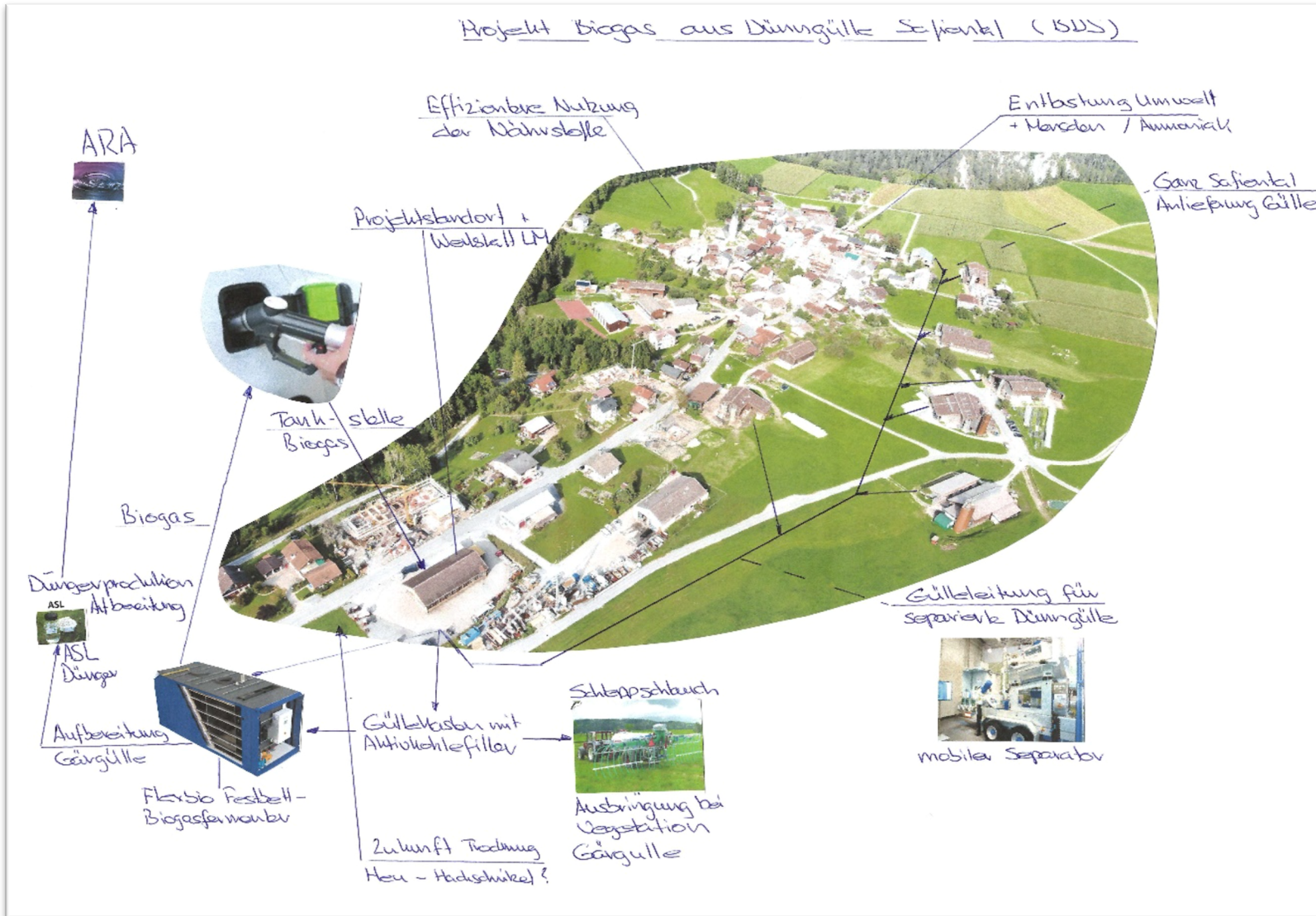
Leistung fester Anteil Biogas nach Hof [kW]



176 kW_{ch} (65 kW_{el})

Ausgelesene Resultate des Vorprojekts ...

Region Versam, Safiental

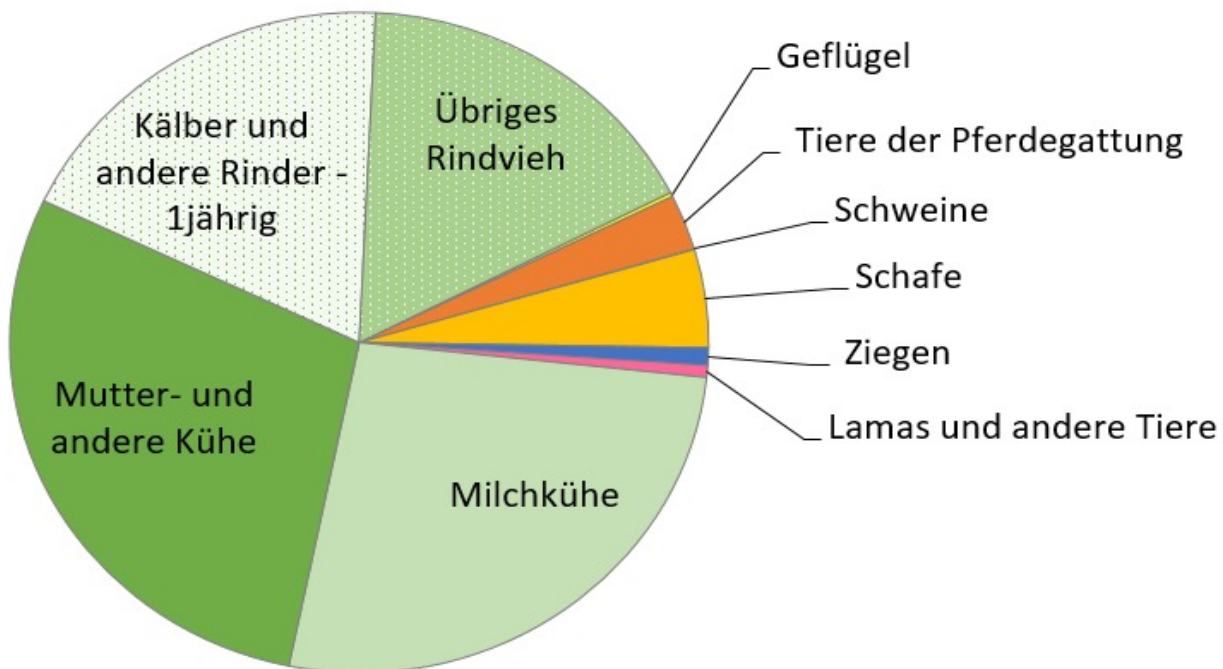


Ausgelesene Resultate des Vorprojekts ...

Gemeinde Safiental

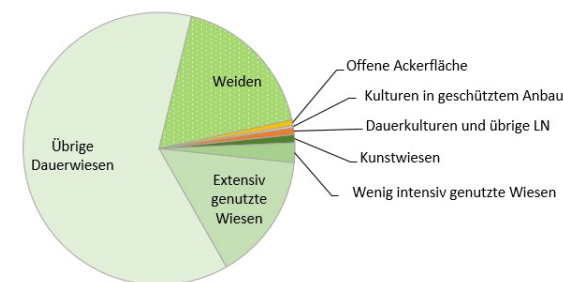


Hofdünger (Mist & Gülle)



21'000 GJ → 700 kW

Landwirtschaftliche Reststoffe aus Pflanzenbau (Getreidespreu)



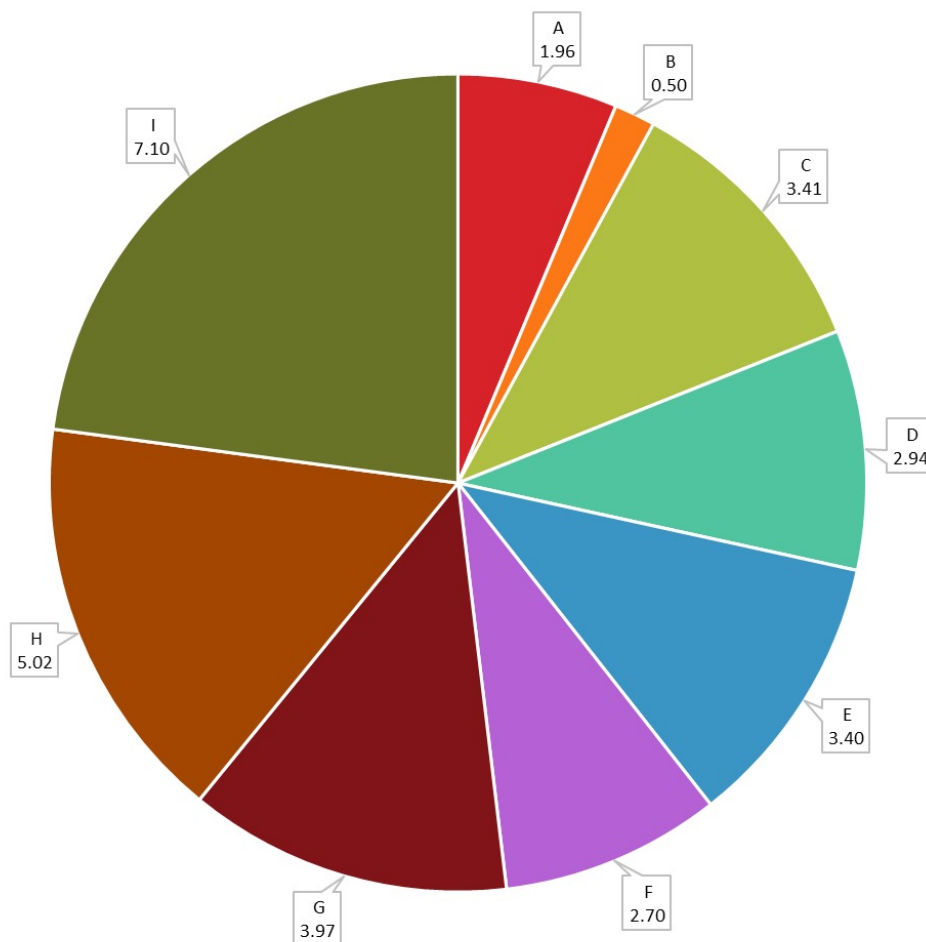
1.5 GJ → 0.05 kW

Ausgelesene Resultate des Vorprojekts ...

9 Betriebe in der Region Valendas

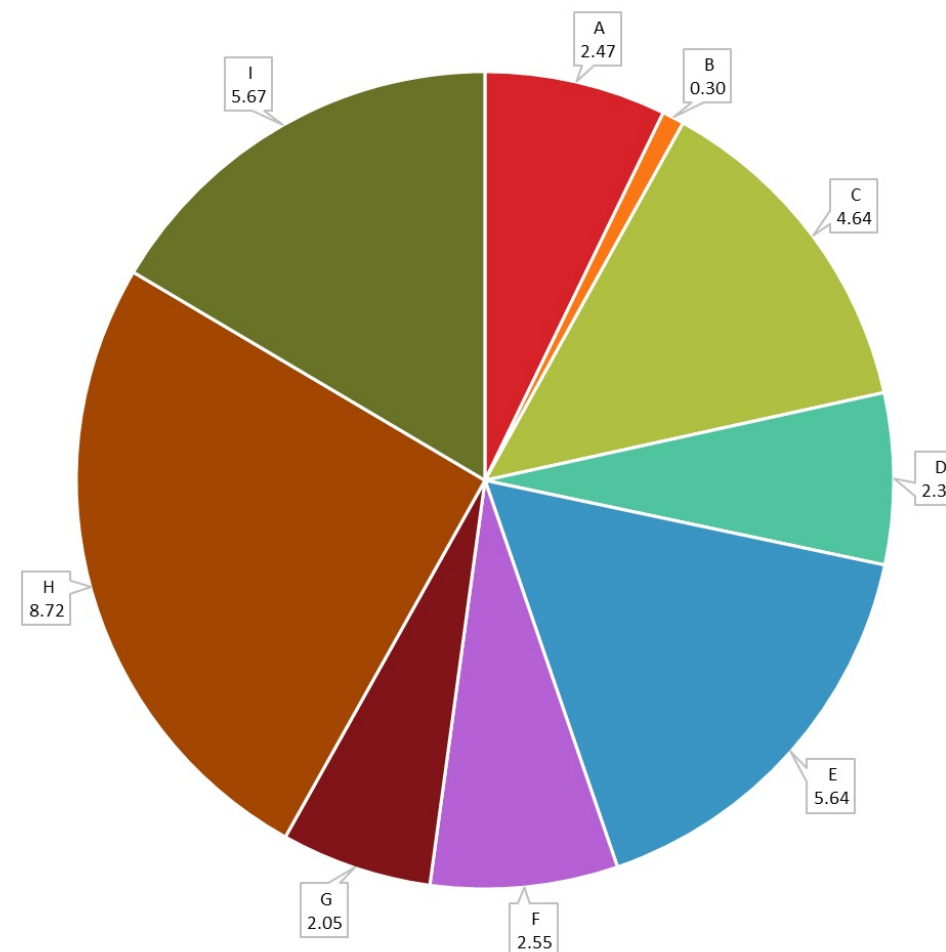


Leistung Biogas flüssiger Anteil nach Hof [kW]



31 kW_{ch} (1-7 kW_{ch})

Leistung Biogas fester Anteil nach Hof [kW]



34 kW_{ch} (13 kW_{el})

■ Phase 1: Vorprojekt

- Literatur- und Konzeptstudie, 2020

■ Phase 2: Vorprojekt

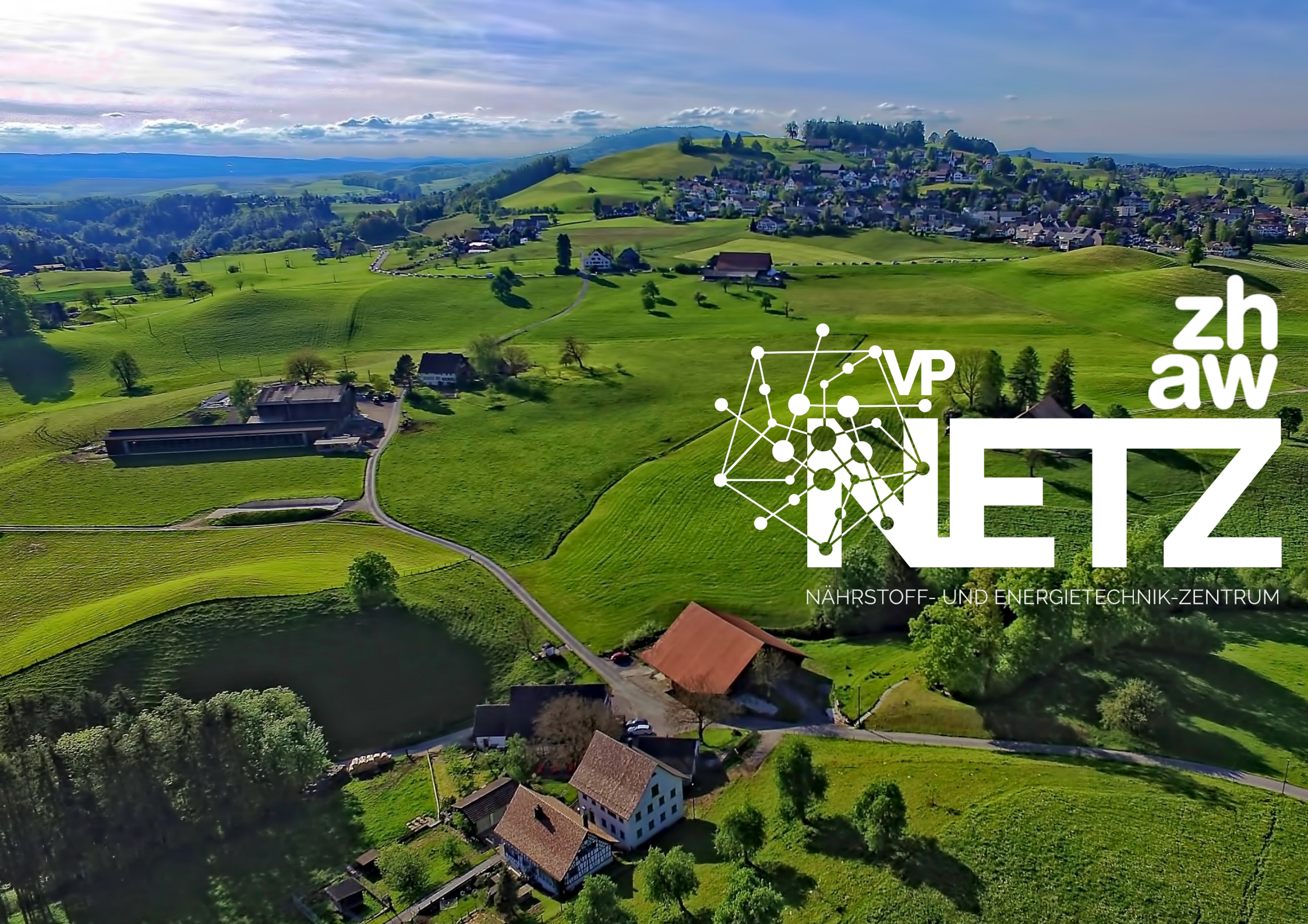
- Feldstudie Region «Waldkirch, SG», 2021
- Feldstudie Region «Safiental, GR», 2021
- Projektreview

■ Phase 3: Folgeprojekt / Realisierung ?

- **Demonstration von Teilkonzepten:**
 - z.B. Entwicklung einer hofseitigen Kleinbiogasanlage, CHer Standard
- **Demonstration von innovativen Technologien**

■ Phase 4: Folgeprojekt / Realisierung ?

- **Realisierung des ersten Gesamtkonzepts «NETZ»**



VP
zh
aw
NETZ

NÄHRSTOFF- UND ENERGIETECHNIK-ZENTRUM